SEMESTRAL

UNI

ACADEMIA
CÉSAR VALLEJO

ACADEMIA
CÉSAR VALLEJO

ACADEMIA
CÉSAR VALLEJO

ACADEMIA
CÉSAR VALLEJO

academiacesarvallejo.edu.pe

SEMESTRAL

UNI





QUÍMICA

Tema: Diagrama de fases y estado líquido

Docente: Darío Vera Cuadros

academiacesarvallejo.edu.pe

I. OBJETIVOS

Los estudiantes, al término de la sesión de clases serán capaces de:

1. **Interpretar** el diagrama de fases de una sustancias pura y su dependencia de las condiciones de presión y temperatura.

2. **Explicar** y **comparar** las propiedades físicas de las sustancias liquidas.

3. **Relacionar** la magnitud de las propiedades físicas de las sustancias líquidas con las fuerzas intermoleculares , la temperatura y otros factores.

ACADEMIA CÉSAR VALLEJO

II. INTRODUCCIÓN

En las siguientes imágenes se muestra el agua en la naturaleza en los diferentes estados de agregación de la materia sólido, líquidos y gaseoso.



Nevado de Alpamayo-Áncash



Catarata de Huancaya-Lima



Cielo nublado de Arequipa

- ¿Porqué el agua se encuentra en estado sólido, líquido o gaseoso en cada uno de las localidades?
- ¿De qué interacciones y magnitudes físicas depende ?

RESPUESTA:

Se debe a que el agua no se encuentra en las mismas condiciones de **presión** y **temperatura**, lo cual influye en la **intensidad de las fuerzas intermoleculares** y el **estado de agregación** correspondiente.

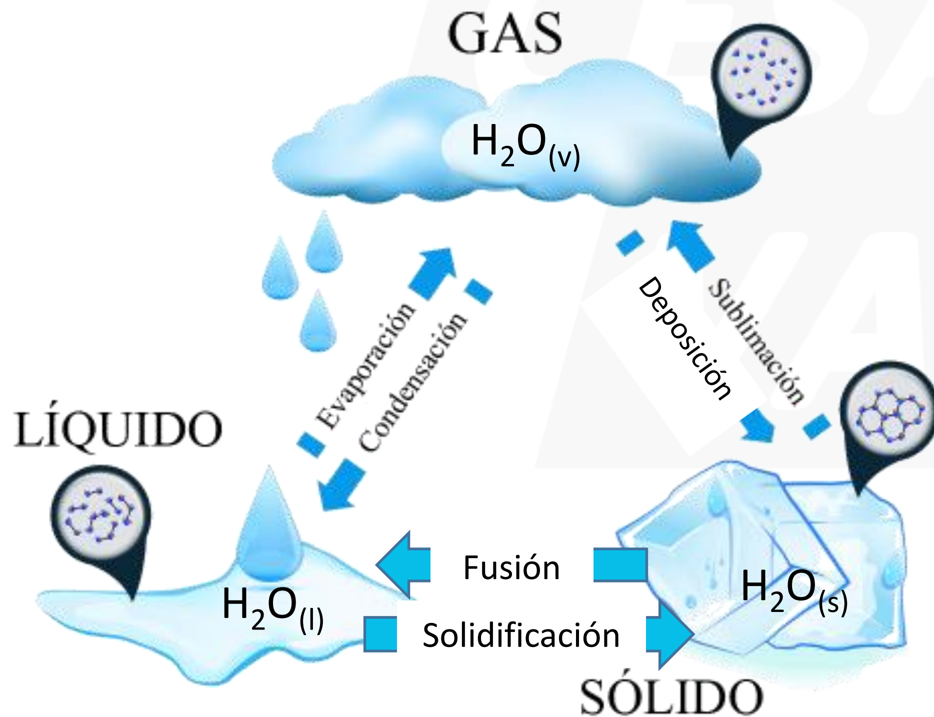
ACADEMIA CÉSAR VALLEJO

III. CONCEPTOS PREVIOS

3.1. SUSTANCIA PURA (SP)

Es todo cuerpo material que tiene composición química definida en cualquier estado de agregación de la materia.

Por ejemplo el agua H_2O (compuesto binario triatómico)



3.2. FASE

Porción de materia que se caracteriza por tener composición química y estructura física totalmente homogénea, puede tratarse de una sustancia o mezcla homogénea.

Generalmente se presenta en los estados de agregación sólidos, líquidos o gas.



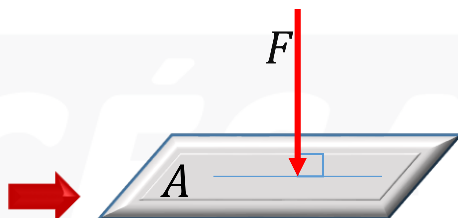
Existen __3___ fases

ACADEMIA CÉSAR VALLEJO

3.3. PRESIÓN (P)

Es una magnitud física que mide la relación que hay entre la fuerza ejercida por unidad de superficie, su unidad en el SI es el **pascal** (Pa)

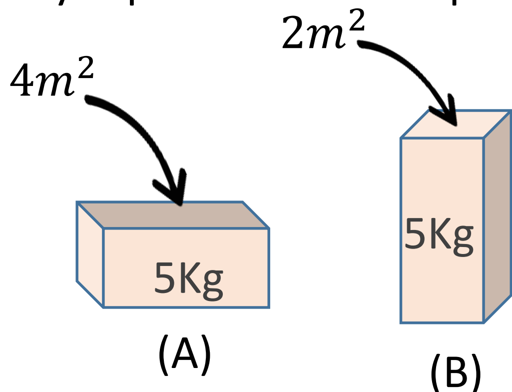




$$P = \frac{F}{A}$$

Unidad (SI): $\frac{N}{m^2} = Pa$

¿En qué posición, el bloque genera mayor presión sobre el piso?

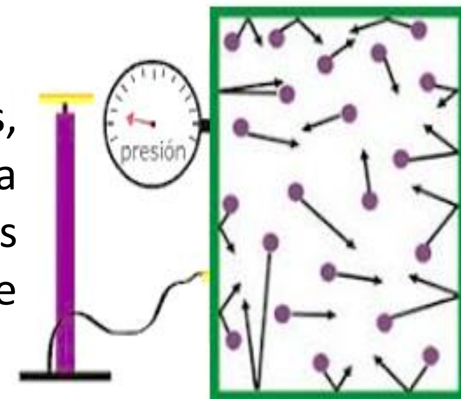


A menor área, mayor presión.

$$P_A < P_B$$



- La presión que ejercen los gases, es la medida de la fuerza con la cual chocan las moléculas con las paredes internas del recipiente que los contiene.



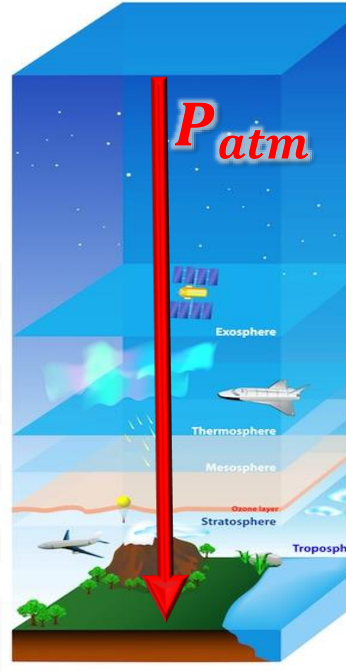
TIPOS DE PRESIÓN

- La presión que ejerce la atmósfera sobre la superficie terrestre se llama **presión atmosférica** o **presión barométrica** P_{atm}.
- La presión total en un sistema, se llama **presión absoluta** P_{abs} y se obtiene de sumar la presión **atmosférica** y presión **manométrica** P_{man}.

$$P_{abs} = P_{atm} + P_{man}$$

ACADEMIA CÉSAR VALLEJO

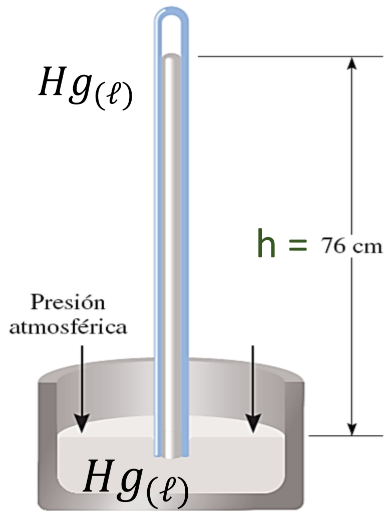
La presión atmosférica a nivel del mar se denomina **presión atmosférica normal,** siendo su valor **1 atm**.



Equivalencia :

$$1atm=101\,325Pa \approx 101{,}3\ kPa$$

¿Cómo se midio la presión atmosférica?
Lo hizo por primera vez E. Torricelli a nivel del mar.



Barómetro

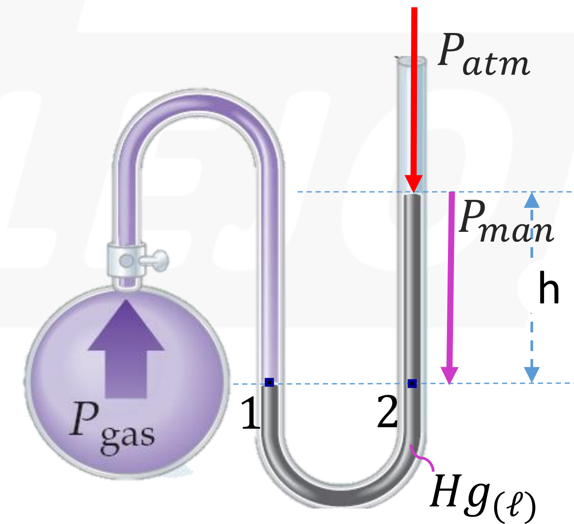
$$1atm = 76cmHg = 760mmHg$$

$$1\ mmHg = 1\ torr$$

- Una parte de la presión absoluta es conocida como la presión **manométrica** y se mide con los instrumentos llamados **manómetros de Hg**.







$$P_1 = P_2$$

$$P_{abs} = P_{atm} + P_{man}$$

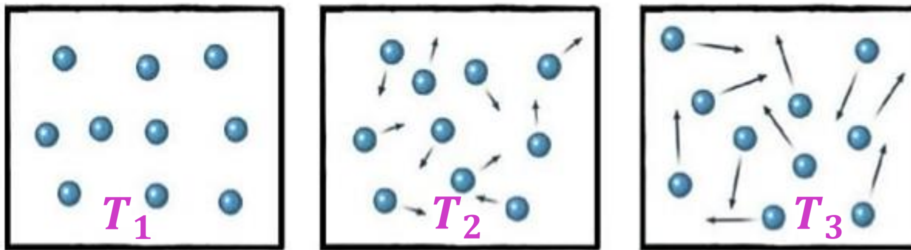
$$P_{man} = P_{abs} - P_{atm}$$

3.4. TEMPERATURA (T)

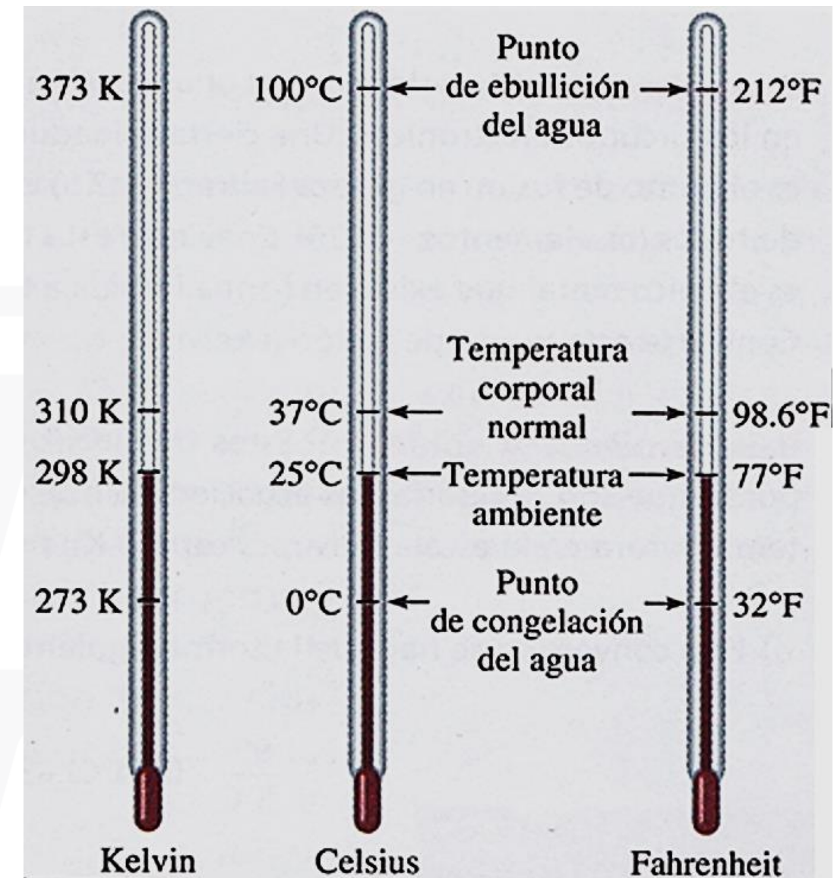
Es una magnitud física que indica el **nivel** de energía interna que posee la materia y se relaciona directamente con el grado de movimiento molecular. En el SI se mide en grados Kelvin (K).



La temperatura de un cuerpo está relacionada directamente con la energía cinética molecular.



$$T_1 < T_2 < T_3$$



RELACIÓN de LECTURAS de TEMPERATURA

- Escala absoluta (K):

$$T(K) = T(°C) + 273$$

- Escala relativa:

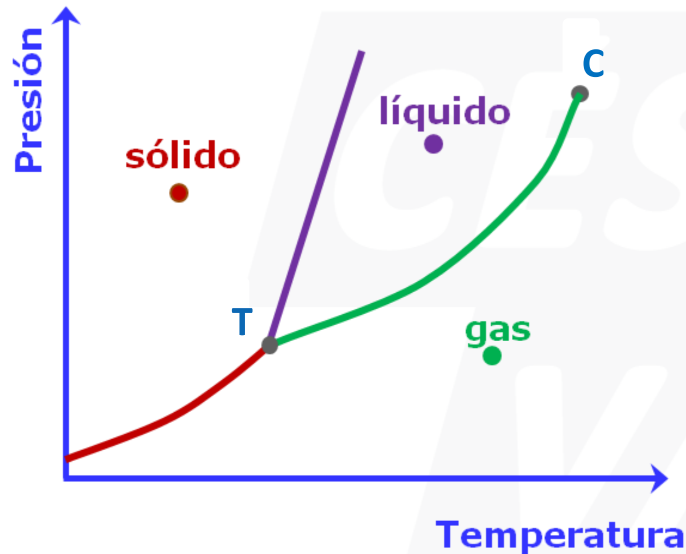
$$T(°F) = 1{,}8 \times T(°C) + 32$$

ACADEMIA CÉSAR VALLEJO

IV. DIAGRAMA DE FASE

4.1. CONCEPTO

Es una gráfica, comúnmente bidimensional, dependiente de la presión y temperatura que representan un conjunto de estados termodinámicos de una sustancia. Muestra las fases solido, liquido, gaseoso ; las curvas de equilibrio y los puntos triple y crítico.

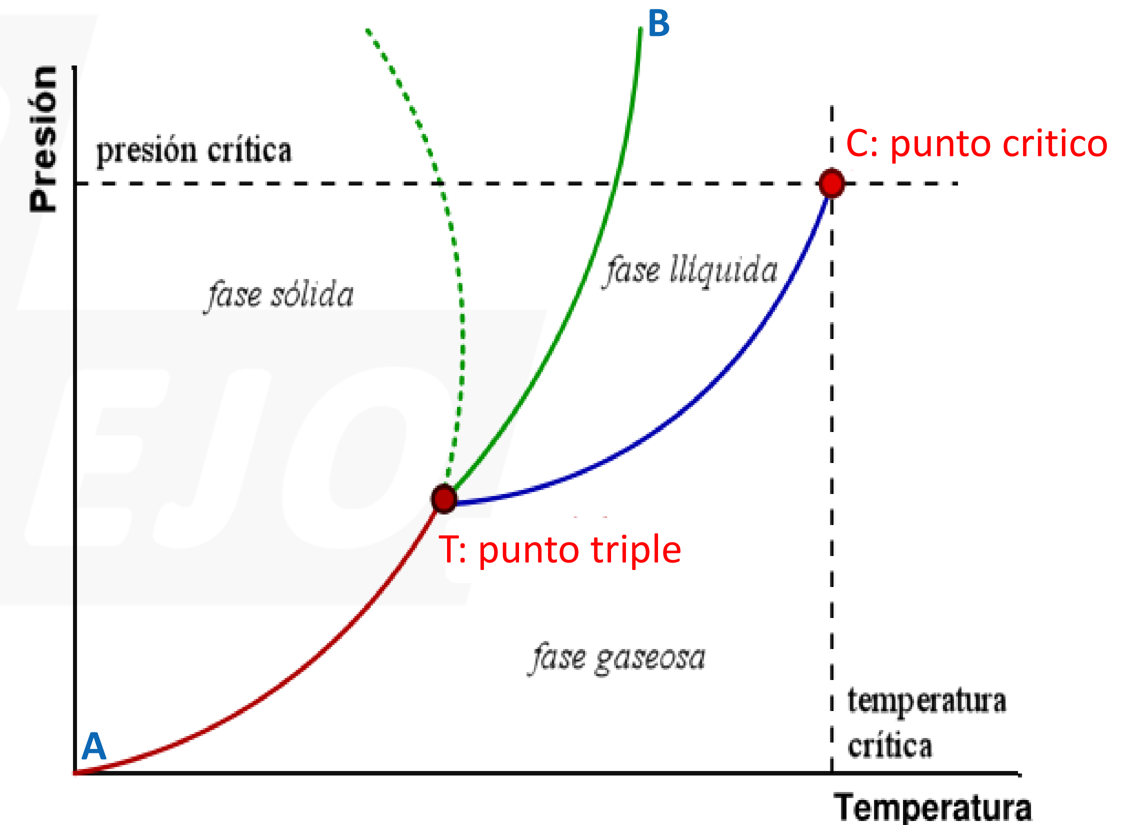


De los diagramas de fases se puede obtener la siguiente información:

- Una fase especifica de la sustancia a una P y T.
- Los cambios de fase de una sustancia a una P y T.
- Los equilibrios de cambio de fase a diferentes P y T.

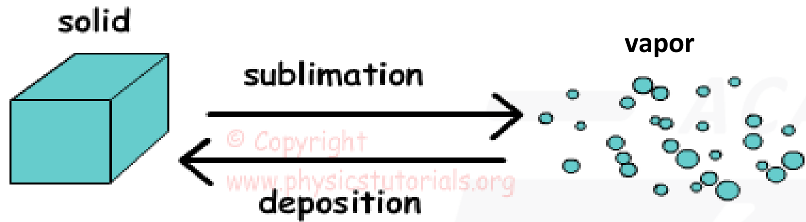
4.2. DESCRIPCIÓN DEL DIAGRAMA DE FASES

Los diagramas de fases contiene 3 regiones básicas, separadas por curvas de equilibrio de fases y dos puntos notables: el **punto triple** y el **punto crítico**.



ACADEMIA CÉSAR VALLEJO

- **Curva A-T** : Representa el equilibrio sólido-gas o el cambio de fase por sublimación y deposición.



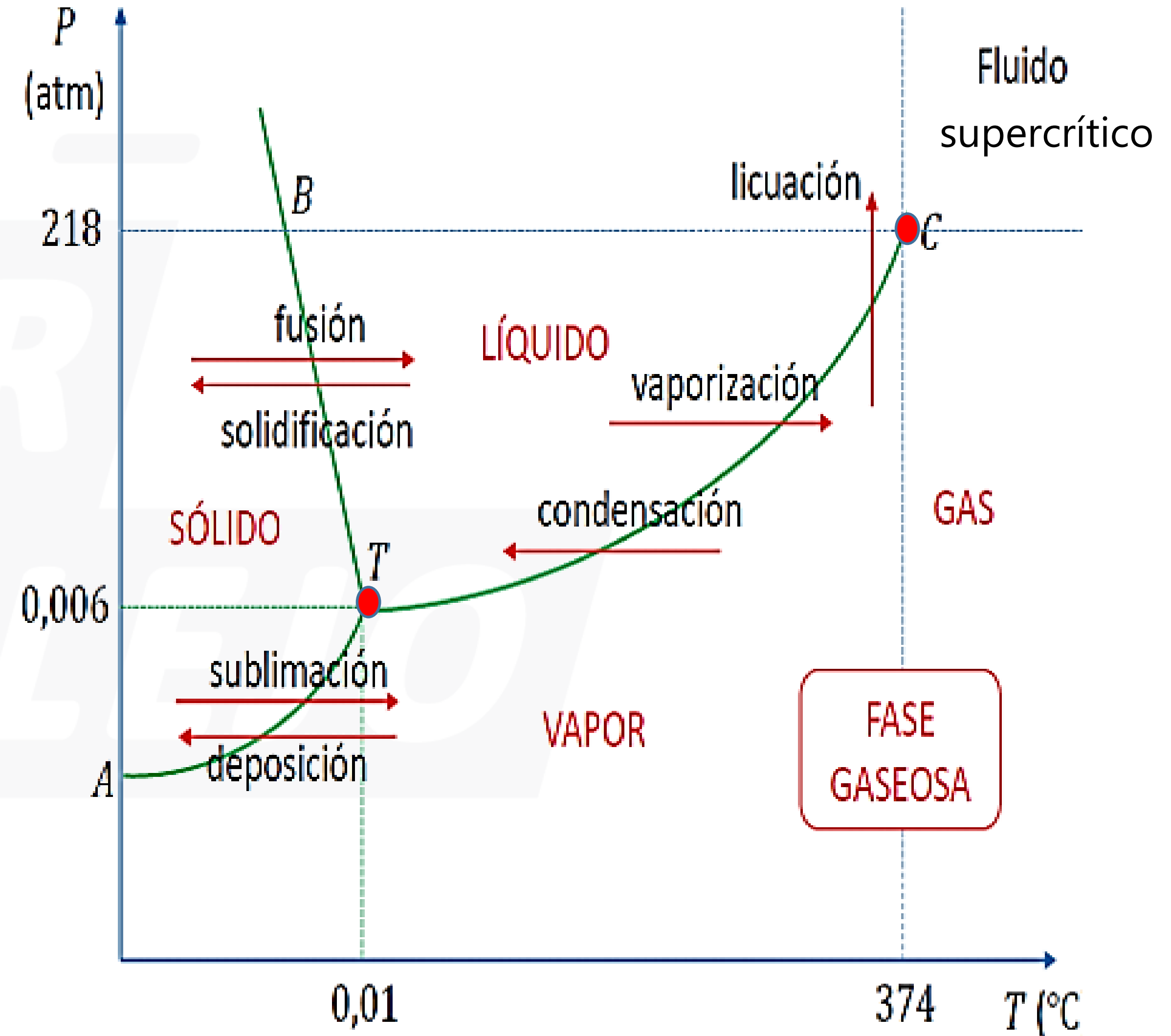
- **Curva T-B**: Representa el equilibrio sólido-líquido o el cambio de fase por fusión y solidificación.



- **Curva T-C** : Representa el equilibrio líquido-gas o el cambio de fase por vaporización y licuación.



EJEMPLO 1: DIAGRAMA DE FASES DEL AGUA



ACADEMIA CÉSAR VALLEJO

PUNTO CRITICO (C)

Es un punto P vs T, en la cual el gas aun se puede licuar a una temperatura máxima llamada temperatura critica.

Temperatura crítica (T_c)

Es la máxima temperatura a la cual puede licuarse un gas. Establece el límite entre vapor y gas.

Ejemplo: Para el agua T_c = 374 °C

Presión crítica (P_c)

Es la presión mínima necesaria para licuar una sustancia gaseosa a la temperatura critica T_c.

Ejemplo: Para el agua P_c = 218 atm.

PUNTO TRIPLE (T)

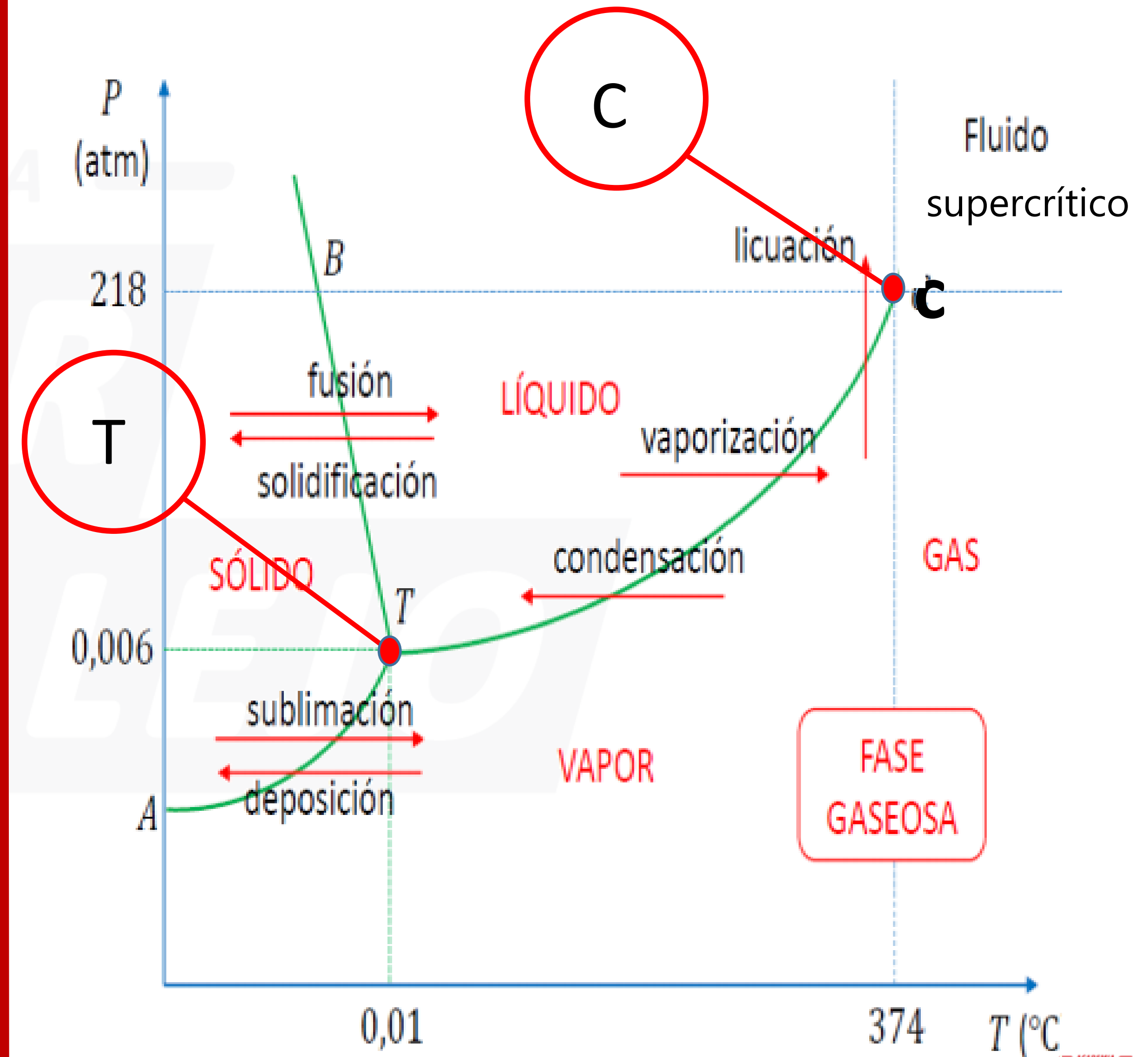
Es un punto P vs T, a la cual la sustancia esta en equilibrio en los tres estados de agregación (triple equilibrio de fases).



Ejemplo:

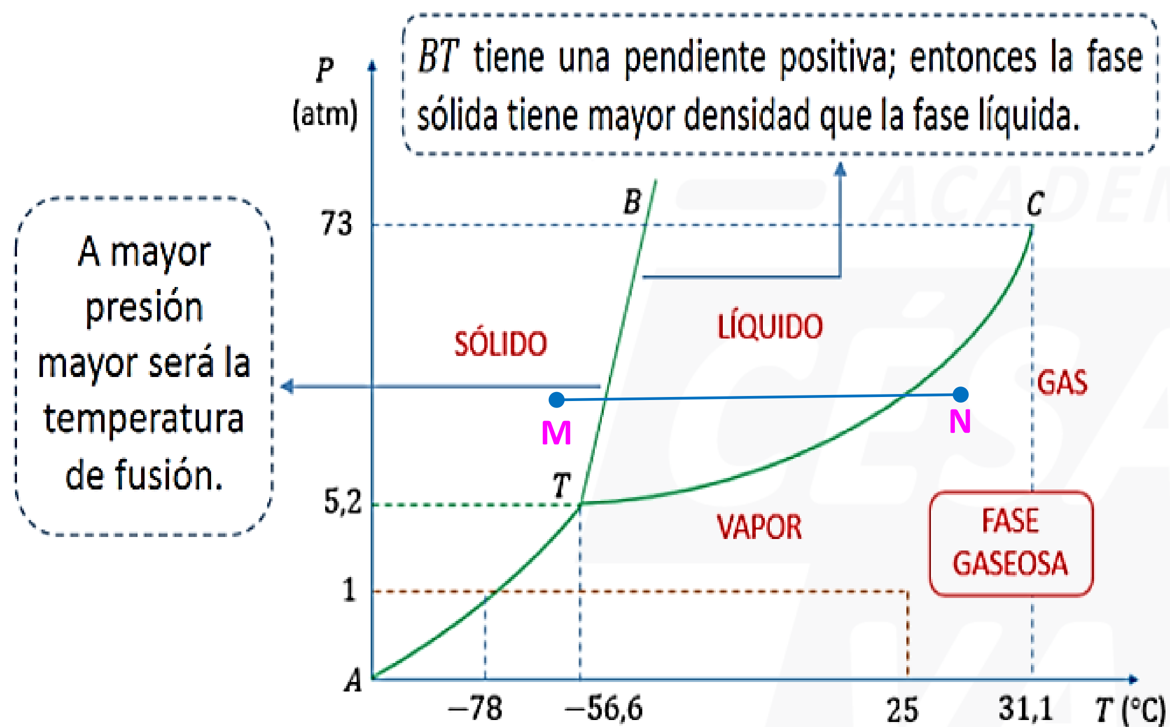
Para el agua P_T = 0,006atm y T_T = 0,01 °C

EJEMPLO 1: DIAGRAMA DE FASES DEL AGUA:



ACADEMIA CÉSAR VALLEJO

EJEMPLO 2: DIAGRAMA DE FASES DEL CO_2



- A la presión: 1 atm el CO_2 es sólido o gaseoso
- Su temperatura de **sublimación normal** es – 78 °C (1 atm)
- A 1 atm es imposible que pase al estado líquido, entonces el hielo seco se sublima directamente (por ello se dice que el “**hielo seco**” no moja).

RECUERDE: La presión atmosférica a nivel del mar se denomina **presión atmosférica normal,** siendo su valor **1 atm**.

- No tiene punto de fusión y ebullición normal
- El punto triple del CO_2, a la P_T = 5,2 atm y T_T=-56,6 °C coexiste en triple equilibrio los tres estados de agregación de la materia.
- El punto critico del CO_2, a la T_C = 31,1 °C, aun es posible licuar el gas a la presión mínima o critica P_c= 73 atm



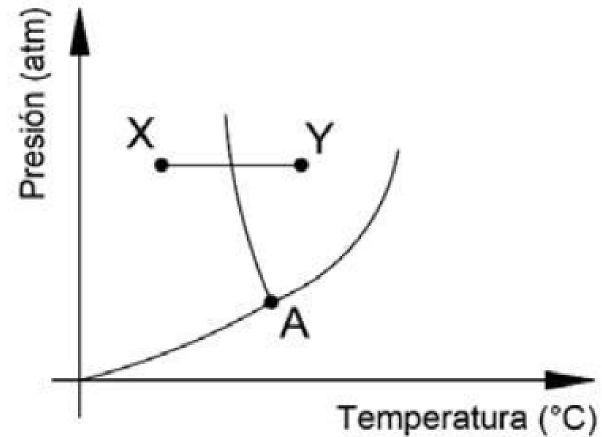
- El CO_2 a la temperatura mayor a T_C (31,1 °C), el CO_2 ya no se licua por más alta que sea la presión.
- El CO_2 al pasa de M-N experimenta dos cambio de estado se funde y se vaporiza.

ACADEMIA CÉSAR VALLEJO

Ejercicio 1

EX.AD. UNI 2019- II

En la figura se muestra el diagrama de fases de una sustancia.



Respecto a las siguientes proposiciones:

I. En el punto A, las 3 fases se encuentran en equilibrio.
II. En el punto X, la sustancia se encuentra en el estado sólido.
III. El cambio en el cual la sustancia pasa del estado X al estado Y se denomina congelación.

Son correctas:

A) Solo I
B) Solo II
C) Solo III
D) I y II
E) I, II y III

Resolución 1:

Nos piden las proposiciones correctas, respecto al diagrame de fases de una sustancia.

Analizamos cada proposición

I.

II.

III.

Respuesta: I y II

Clave: D

ACADEMIA CÉSAR VALLEJO

V. ESTADO LÍQUIDO

5.1. CONCEPTO

Es el estado de agregación intermedio entre el sólido y gas, que se presenta a ciertas condiciones de presión y temperatura donde las fuerzas de interacción molecular de atracción y repulsión son iguales.

A 1 atm y 25 °C son líquidos:



Aceite



Miel

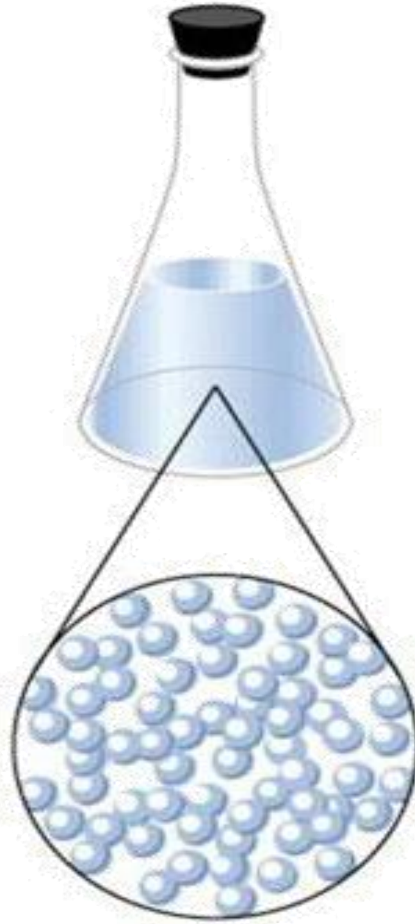
5.2. PROPIEDADES GENERALES DE LOS LÍQUIDOS A NIVEL MACROSCÓPICO:

1. **Expansión limitada**. No se expanden infinitamente como los gases.
2. **Compresibilidad.** Los líquidos sólo son ligeramente compresibles cuando ocurre algún cambio de temperatura o presión.
3. **Forma**. No tienen una forma definida y toman la forma del recipiente que los contiene, ya que sus moléculas se deslizan una sobre otras.
4. **Volumen.** Los líquidos son prácticamente incompresibles a una determinada P y T, quiere decir que conservan su volumen sin importar el tamaño del recipiente que los contiene.
5. **Alta densidad**. Los líquidos tienen densidades mucho mayores que las de los gases.
6. **Fluidez.** Pueden fluir (desplazarse) en menor grado que los gases.

ACADEMIA CÉSAR VALLEJO

5.3. PROPIEDADES FÍSICAS GENERALES DE LOS LÍQUIDOS A NIVEL ATÓMICO-MOLECULAR

1. Las fuerzas de atracción entre sus partículas son lo suficientemente grandes para que ocurran agrupamientos desordenados.
2. Las partículas están tan cercanas entre sí que **una porción muy pequeña** del volumen que ocupa un líquido es espacio **vacío**, siendo por ello muy difícil comprimir el líquido.
3. La energía cinética media molecular tiene relación directa con la temperatura.
4. Son **isotrópicos**, es decir, sus propiedades físicas tienen la misma magnitud en cualquier dirección en que son medidas.



¿Cómo diferenciamos o establecemos semejanzas entre los líquidos?



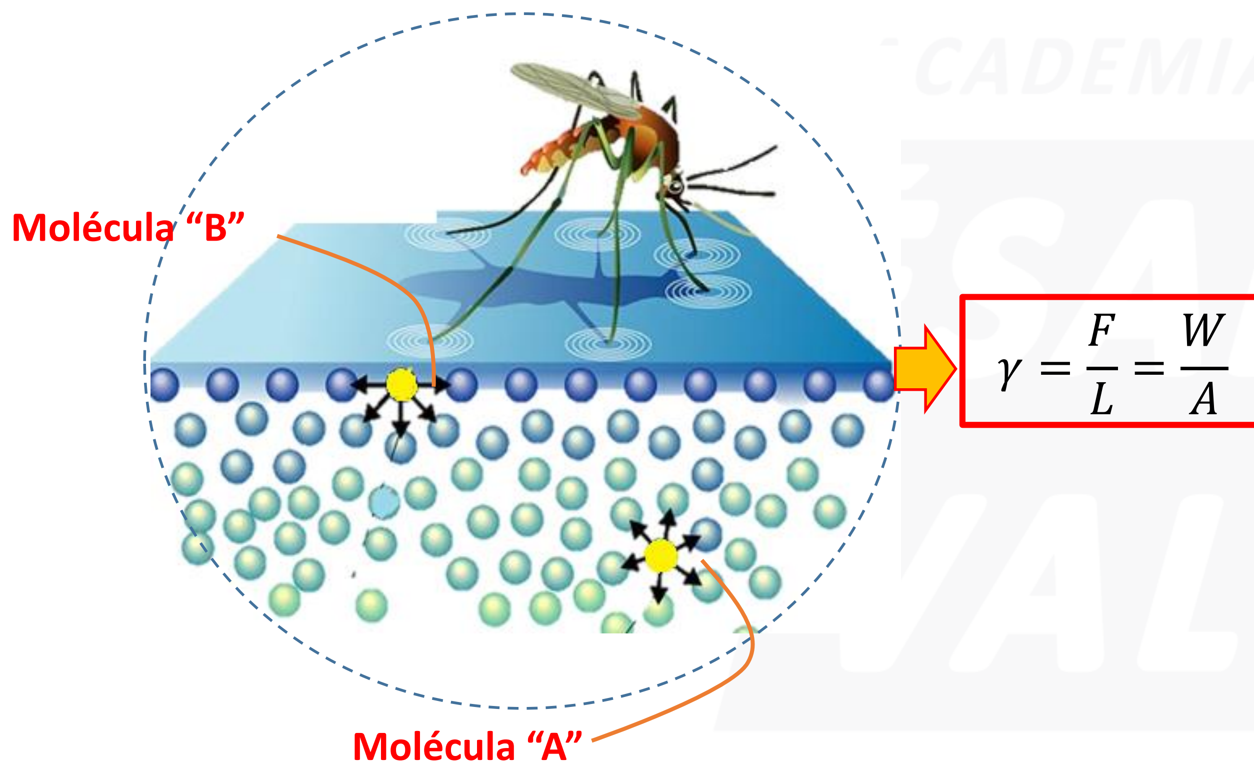
Respuesta: teniendo conocimiento de sus **Propiedades físicas especificas (intensivas).**



ACADEMIA CÉSAR VALLEJO

5.4. TENSIÓN SUPERFICIAL (γ)

La tensión superficial es la **energía** o trabajo necesario **que se requiere** para aumentar el área de la superficie de un líquido.



$$\gamma = \frac{F}{L} = \frac{W}{A}$$

Molécula "A": no hay fuerzas resultantes.
Molécula "B": ubicada en la superficie (interfase líquido – gas) es atraída hacia abajo, como fuerza resultante, lo que ocasiona que la **superficie sufra mayor tensión** como si fuera una **película elástica.**



... la **tensión superficial**, hace que un líquido reduzca al mínimo su área superficial. Esta acción se observa en una **gota** del líquido que tiende a ser **esférica.**

Cuánto **mayor** es la tensión superficial, **más esféricas** serán las gotas del líquido.



Gotas de agua (H_2O)

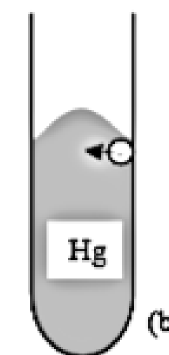


Gotas de mercurio (Hg)



a) Menisco cóncavo.

Fza. $_{Adh.}$ > Fza. $_{Coh.}$



b) Menisco convexo.

Fza. $_{Adh.}$ < Fza. $_{Coh.}$

ACADEMIA CÉSAR VALLEJO

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA TENSIÓN SUPERFICIAL (γ)

1. Las fuerzas intermoleculares:

A mayor fuerza de atracción intermolecular → Mayor tensión superficial (γ)

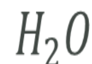
Ejemplo para cuatro líquidos




CH_3CH_2OH

Líquido	T(°C)	γ (N/m)
Alcohol etílico	20	0.022
Mercurio	20	0.465
Agua jabonosa	20	0.025
Agua	20	0.073
Agua	100	0.059




H_2O

∴ A 20°C la tensión superficial: $H_2O > C_2H_5OH$

2. La temperatura:

A mayor temperatura (T) → Menor tensión superficial (γ)

∴ La tensión superficial del H_2O: $\gamma_{(20°C)} > \gamma_{(100°C)}$

3. Agentes tensoactivos:

3.1. Depresores

Disminuyen la tensión superficial aumentando el poder de humectación del líquido y lavado.



Ejemplos:
jabones, detergentes, alcoholes y ácidos grasos.

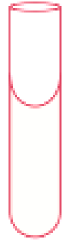
3.2. Exhaltadores

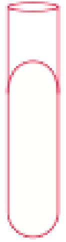
Aumentan la tensión superficial del líquido, al aumentar la fuerza de intermolecular del líquido.

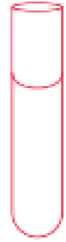
Ejemplos:
sal de mesa, glicina, sales de amonio cuaternario, etc.

Ejercicio 2 EX.AD. UNI 2018 - II

En tres tubos de ensayo de vidrio, de dimensiones iguales, se colocaron tres líquidos desconocidos, tal como se muestran en las figuras:


Líquido A


Líquido B


Líquido C

Respecto a la forma de los meniscos de los líquidos, indique la secuencia correcta después de determinar si la proposición es verdadera (V) o falsa (F):

I. El líquido A es más polar que el líquido C.
II. El líquido B tiene mayor tensión superficial que el líquido C.
III. Los líquidos A y C corresponden a la misma sustancia.

A) VVV B) VVF C) VFF
D) FVF E) FFF

Resolución 2

Nos piden indicar V o F, respecto a la propiedad de tres líquidos

Analizamos cada proposición

I.

II.

III.

Respuesta: VVF

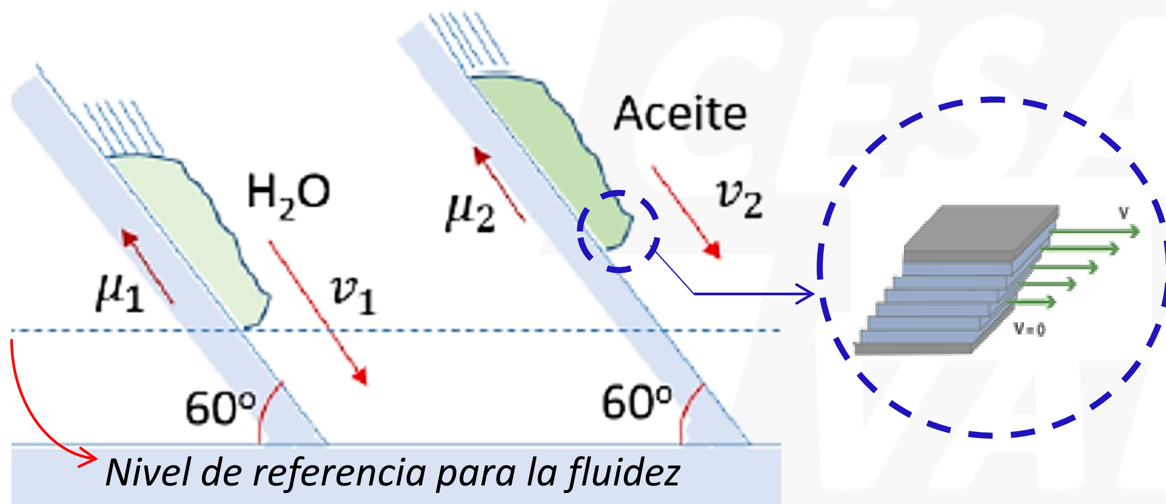
Clave: B

ACADEMIA CÉSAR VALLEJO

5.6. VISCOSIDAD (μ o n)

Es la medida de la **resistencia interna** que ofrecen los líquidos a fluir o deslizarse. Es una propiedad intensiva.

Un líquido puede fluir debido a que sus moléculas se pueden deslizar entre si.



En fluidez : H_2O (v_1) >> aceite (v_2)

En viscosidad: ¿ H_2O << aceite? Rpta. **Si**

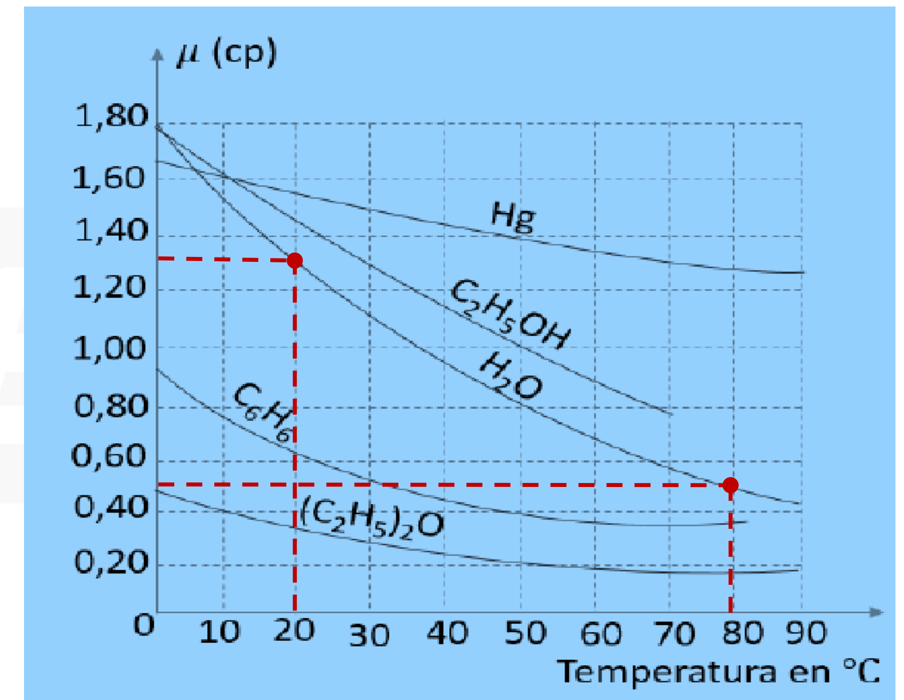
$$\textbf{Unidad (SI)}: \frac{kg}{s.m} <> \text{N.}\frac{s}{m^2} \qquad 1cP <> 10^{-3}\ \text{N.}s/m^2$$

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA VISCOSIDAD (μ)

1. La temperatura

A mayor temperatura (T) → Menor viscosidad (μ)

Ejemplos para cinco líquidos :



∴ La viscosidad del H_2O: $\mu_{(20°C)} > \mu_{(80°C)}$

ACADEMIA CÉSAR VALLEJO

2. La estructura y tamaño de una molécula:

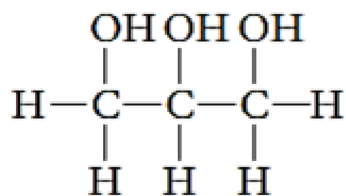
A mayor tamaño molecular → Mayor viscosidad (μ)

Ejemplo: A 25°C la viscosidad: $\mu_{(C_2H_5-OH)} > \mu_{(H_2O)}$

3. La intensidad de las fuerzas intermoleculares:

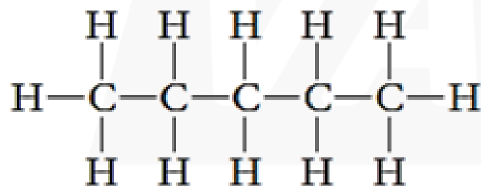
A mayor fuerza de atracción intermolecular → Mayor viscosidad (μ)

Ejemplo para dos líquidos:



Puente de H + London

Glicerina, $C_3H_8O_3$
Viscosidad= 1490 cP



London

Pentano, C_5H_{12}
Viscosidad= 0,24cP

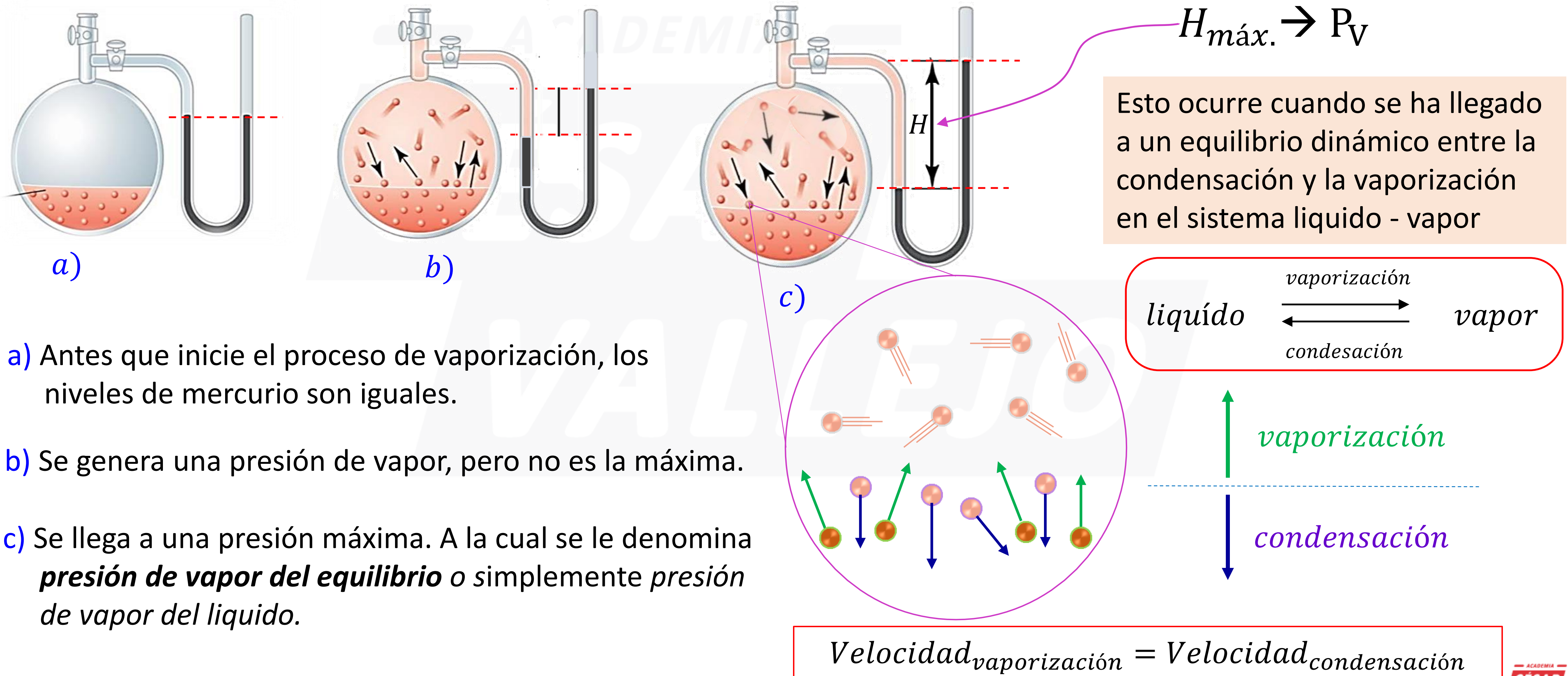
Viscosidades para nueve líquidos a 20°C

Líquido	Viscosidad en cP
Hg	1,58
Ácido acético CH_3-COOH	1,17
Etanol C_2H_5-OH	1,25
Agua	1,00
Benceno C_6H_6	0,65
Metanol CH_3-OH	0,59
Acetona CH_3-CO-CH_3	0,32
Éter etílico C_2H_5-O-C_2H_5	0,28
Pentano $CH_3(CH_2)_3CH_3$	0,24

ACADEMIA CÉSAR VALLEJO

5.7. PRESIÓN DE VAPOR (P_V)

Es una propiedad intensiva de la sustancia liquida, que indica la *máxima presión* que genera el vapor de un líquido al llegar al equilibrio líquido-vapor a una determinada temperatura.



a) Antes que inicie el proceso de vaporización, los niveles de mercurio son iguales.

b) Se genera una presión de vapor, pero no es la máxima.

c) Se llega a una presión máxima. A la cual se le denomina ***presión de vapor del equilibrio*** o simplemente *presión de vapor del liquido.*

ACADEMIA CÉSAR VALLEJO

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PRESIÓN DE VAPOR (P_V)

1. La temperatura

A mayor temperatura (T) → Mayor presión de vapor (P_V)

Ejemplo para el agua

T (°C)	P_V (mmHg)
0.0	4.579
10.0	9.209
20.0	17.535
25.0	23.756
30.0	31.824
40.0	55.324
60.0	149.4
70.0	233.7
90.0	525.8

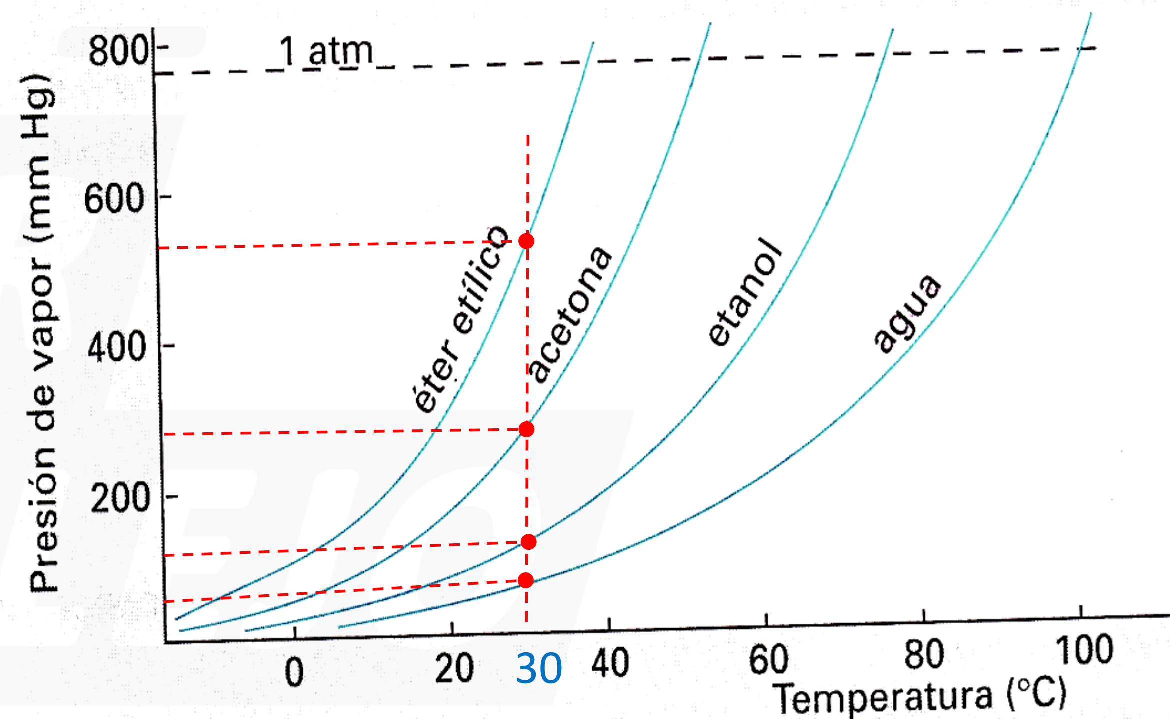
∴ La presión de vapor del H_2O:

$P_{V(20°C)} > P_{V(30°C)}$

2. Intensidad de Las fuerzas intermoleculares

A mayor fuerza de atracción intermolecular → Menor presión de vapor (P_V)

Ejemplo para cuatro líquidos



∴ A 30°C en P_V: éter > acetona > etanol > agua

(DD+ London) (puente de H)

Entonces, podemos concluir que las sustancias con altas presiones de vapor se evaporan fácilmente y se denominan **volátiles**.

ACADEMIA CÉSAR VALLEJO

3. La masa de la molécula (peso molecular PM):

A mayor peso molecular (PM) → Menor presión de vapor (P_V)

∴ A 20°C en P_V: Neopentano (C_5H_{12}) < butano (C_4H_{10})

5.8. TEMPERATURA DE EBULLICIÓN (T_b)

- La temperatura de ebullición ($\mathbf{T_b}$) es la temperatura a la cual la presión de vapor de un líquido es igual a la presión externa (Punto de ebullición: P , T_b).
- La ebullición ocurre en toda la masa del líquido, la temperatura ebullición es una propiedad intensiva del líquido.
- El temperatura de ebullición normal ($\mathbf{T_b^N}$) de un líquido es la temperatura a la cual hierve cuando la presión externa es de 1 atm (760 mmHg)



$$P_{vapor} = P_{atmosférica}$$

Ejemplo para cuatro sustancias líquidos

La temperatura de ebullición normal (en °C) a 760 mmHg.

sustancia	T_b
Agua	100
Metanol (CH_2OH)	66
Propanol ($CH_3(CH_2)_2CH_2OH$)	97
Butanol ($CH_3(CH_2)_2CH_2OH$	117

ACADEMIA CÉSAR VALLEJO

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA TEMPERATURA DE EBULLICIÓN(T_b)

1. Intensidad de las fuerzas intermoleculares

A mayor fuerza de atracción intermolecular → Mayor temperatura de ebullición (T_b)

A la presión de 1atm: H_2O > CH_3OH > CH_3COCH_3

4EPH 3EPH DD

2. La masa de la molécula (peso molecular "PM")

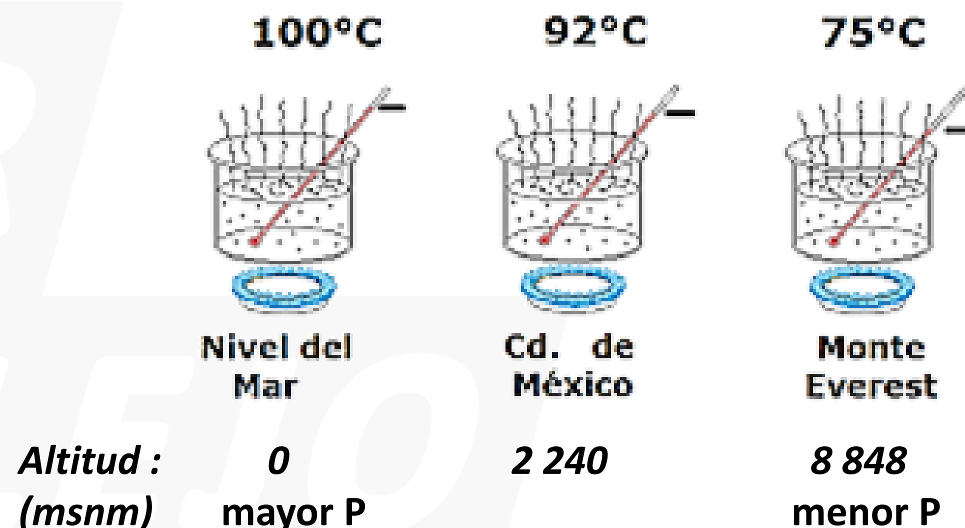
A mayor peso molecular (PM) → Mayor temperatura de ebullición (T_b)

A la presión de 1atm: propanol > metanol

PM: 60 uma 32 uma

3. La presión externa (P)

A mayor presión externa → Mayor temperatura de ebullición (T_b)



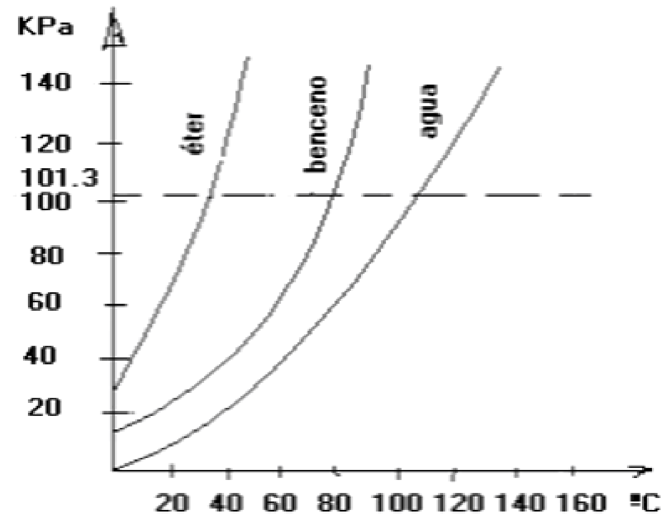
∴ La T_b del H_2O:

A nivel del mar > cuidad de México > monte Everest

ACADEMIA CÉSAR VALLEJO

Ejercicio 3

De acuerdo a las siguientes curvas de presión de vapor versus temperatura:



Indique verdadero(V) o falso(F) al analizar las siguientes proposiciones:

I) En punto de ebullición normal: agua < éter
II) En fuerza intermolecular: agua > benceno
III) A 20°C en volatilidad se cumple : éter < benceno

A)VVF B) FFF C) VFV
D) FVV E) FVF

Resolución 3

Nos piden indicar V o F, respecto a la propiedad de tres líquidos

Analizamos cada proposición

I.

II.

III.

Respuesta: FVF

Clave: E

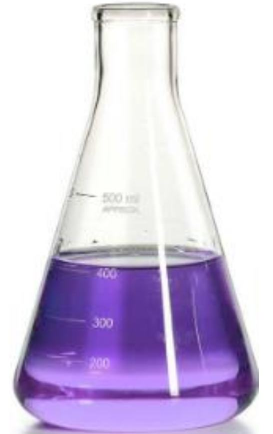
ACADEMIA CÉSAR VALLEJO

VI. RESUMEN DE LAS PROPIEDADES DE LOS LÍQUIDOS



1. Podemos comparar la variación de las propiedades de un líquido aumentando la temperatura.

2. Podemos comparar las propiedades de ambos líquidos a la misma temperatura analizando la intensidad de las fuerzas intermoleculares.



FACTOR	PROPIEDAD FÍSICA INTENSIVA			
	Viscosidad	Tensión superficial	Presión de vapor – volatilidad	Punto de ebullición
↑ Fuerzas intermoleculares	Aumenta	Aumenta	Disminuye	Aumenta
↑ Aumenta la Temperatura	Disminuye	Disminuye	Aumenta	

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Chang, R. y Goldsby, K. (2017). **Química**. Duodécima ed. *Teoría cuántica y estructura electrónica de los átomos* (pp.295 - 312). México. McGraw Hill Interamericana Editores.
- McMurry, J.E y Fay, R.C (2009). **Química General**. Quinta ed. *La estructura de los átomos: los electrones* (pp. 37 - 42). México. Pearson Educación.
- Brown T. L., H. Eugene L., Bursten B.E., Murphy C.J., Woodward P.M. (2014). **Química, la ciencia central.** decimosegunda ed. *Estructura electrónica de los átomos* (pp. 209 - 233). México. Pearson Educación.
- Asociación Fondo de Investigación y Editores, Cristóbal A.Y (2016). **La Guía Científica. Formulario de Matemáticas y Ciencias.** Primera edición. *Química* (pp. 534 - 539). Perú. Lumbreras editores.



ACADEMIA CÉSAR VALLEJO

ACADEMIA
CÉSAR VALLEJO

GRACIAS

SÍGUENOS:

academiacesarvallejo.edu.pe